

МИТОЗ И МЕЙОЗ

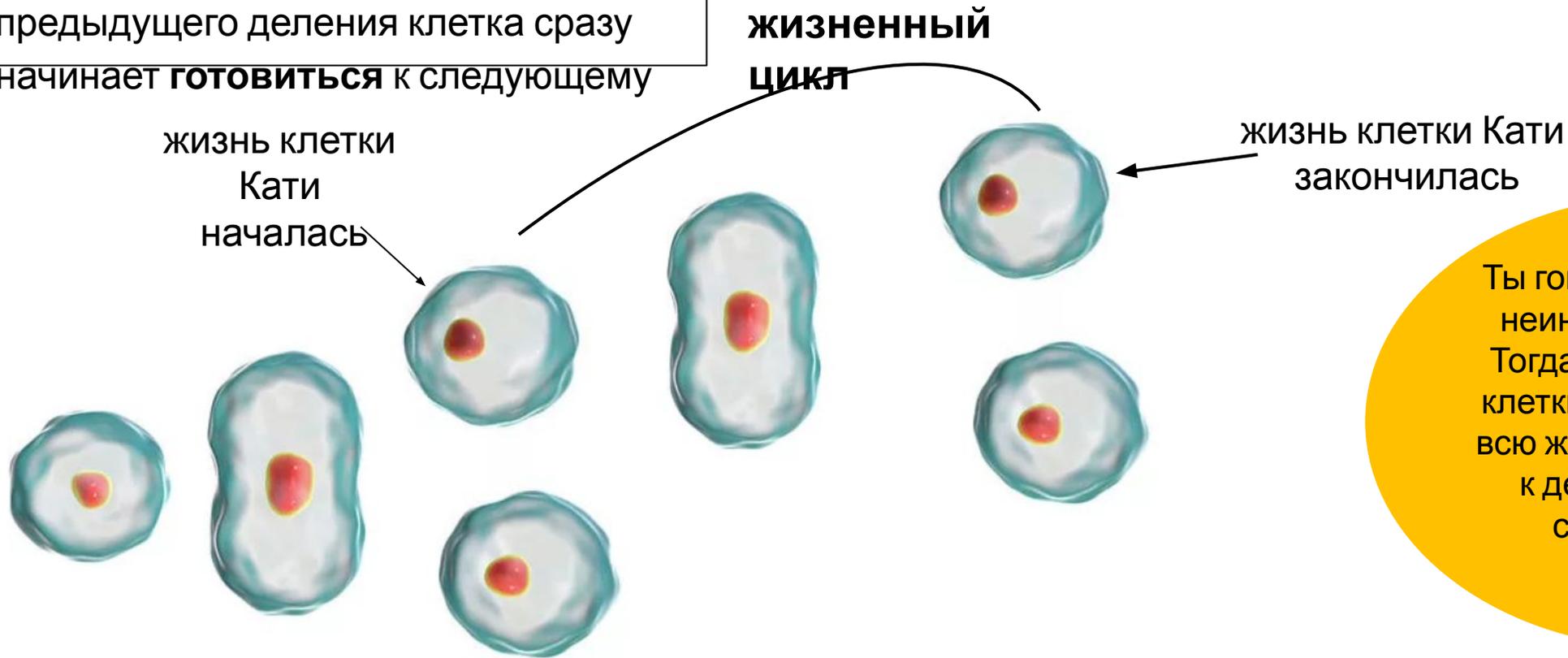


**Я не понимаю Митоз и
Мейоз**

Жизненный цикл клетки – период жизни клетки от одного деления до другого. Проще говоря – клетка образовалась в результате предыдущего деления –ее жизнь **началась**. Она разделилась на две клетки – её жизнь **закончилась**. Образовавшись в результате предыдущего деления клетка сразу начинает **ГОТОВИТЬСЯ** к следующему

Клеточный цикл состоит из двух периодов :

1. Подготовка клетки к делению – **ИНТЕРФАЗА**
2. Само **деление** – митоз или мейоз



Ты говоришь, что у тебя неинтересная жизнь? Тогда представь жизнь клетки – она рождается, всю жизнь она готовится к делению, а потом снова делится. **Конец.**

Интерфаза – подготовка клетки к делению. В интерфазе клетка **растёт, удваивает органоиды, накапливает** вещества и энергию перед делением, чтобы потом всё разделить поровну между двумя клетками. Но самый главный процесс, происходящий в интерфазе, это, конечно же, **УДВОЕНИЕ** или **РЕПЛИКАЦИЯ**

ДНК

Состоит из трех периодов :

G1 – Пресинтетический период

набор $2n2c$

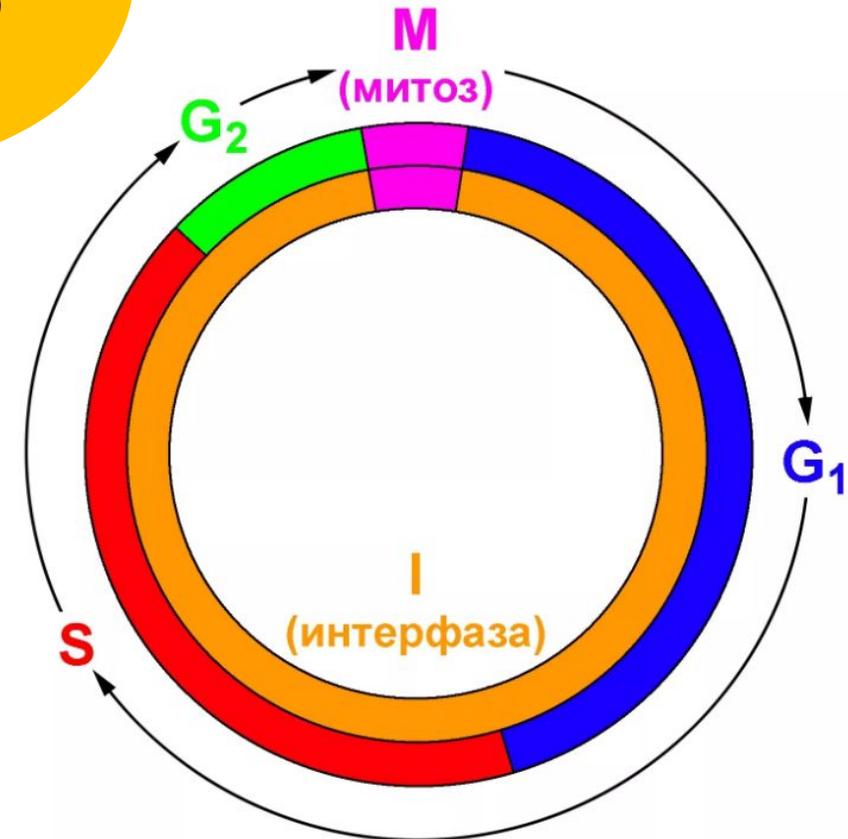
S – Синтетический период

набор $2n4c$

G2 – Постсинтетический период

набор $2n4c$

Интерфаза занимает в районе 20-22 часов, а само деление 1-2 часа



Удвоение или репликация ДНК происходит в главном периоде Интерфазы – Синтетическом. Набор после удвоения становится $2n4c$

До и После удвоения мы считаем хромосому **за одну**, т.к. они объединены общей центромерой

ДНК под действием фермента раскручивается на две цепи – ДНК1 и ДНК2, на каждой из цепей происходит достраивание по принципу комплементарности (А-Т, Г-Ц) новых цепочек ДНК.

По окончании процесса образуется две дочерние ДНК. И набор ДНК изменяется с $2c$ на $4c$

ДНК
1



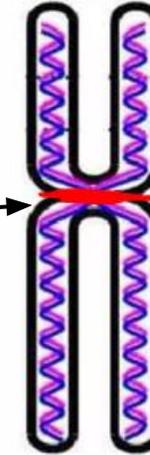
ДНК
2

центромера



до
удвоения

общая
центромер
а



после
удвоения

Набор
хромосом
остается $2n$

Затем происходит удвоение хромосом. Каждая из них теперь состоит из двух сестринских хроматид, объединенных общей центромерой. **Поэтому число хромосом НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ!** То есть как было $2n$, так $2n$ и остается, не меняется на $4n$. Т.к. количество хромосом осталось прежним, но каждая теперь как бы состоит одновременно из двух, сестринских хроматид.

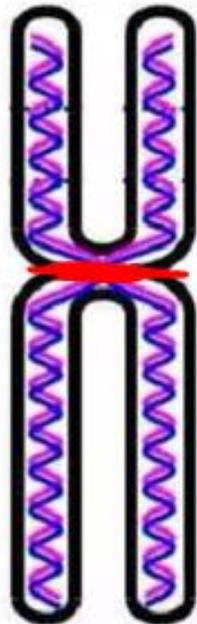
сиамские
близнецы



Наст
я

Катя

Каждая хромосома теперь
состоит из двух сестринских
хроматид, как сиамские
близнецы состоят из двух
организмов сразу. Но считаем
мы их за одну, потому что они
соединены между собой!



ТЫ МОЯ сестринская хроматида



МИТО

3

Митоз состоит из 4-х фаз:

ПРОФАЗА

МЕТАФАЗА

АНАФАЗА

ТЕЛОФАЗА



ЗАПОМНИ слово П-М-

А-Т по заглавным
буквам фаз:

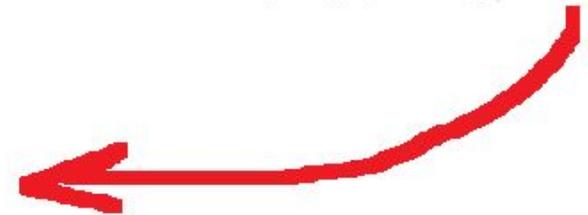
Профаза

Метафаза

Анафаза

Телофаза

Лайфхак, как запомнить
порядок фаз

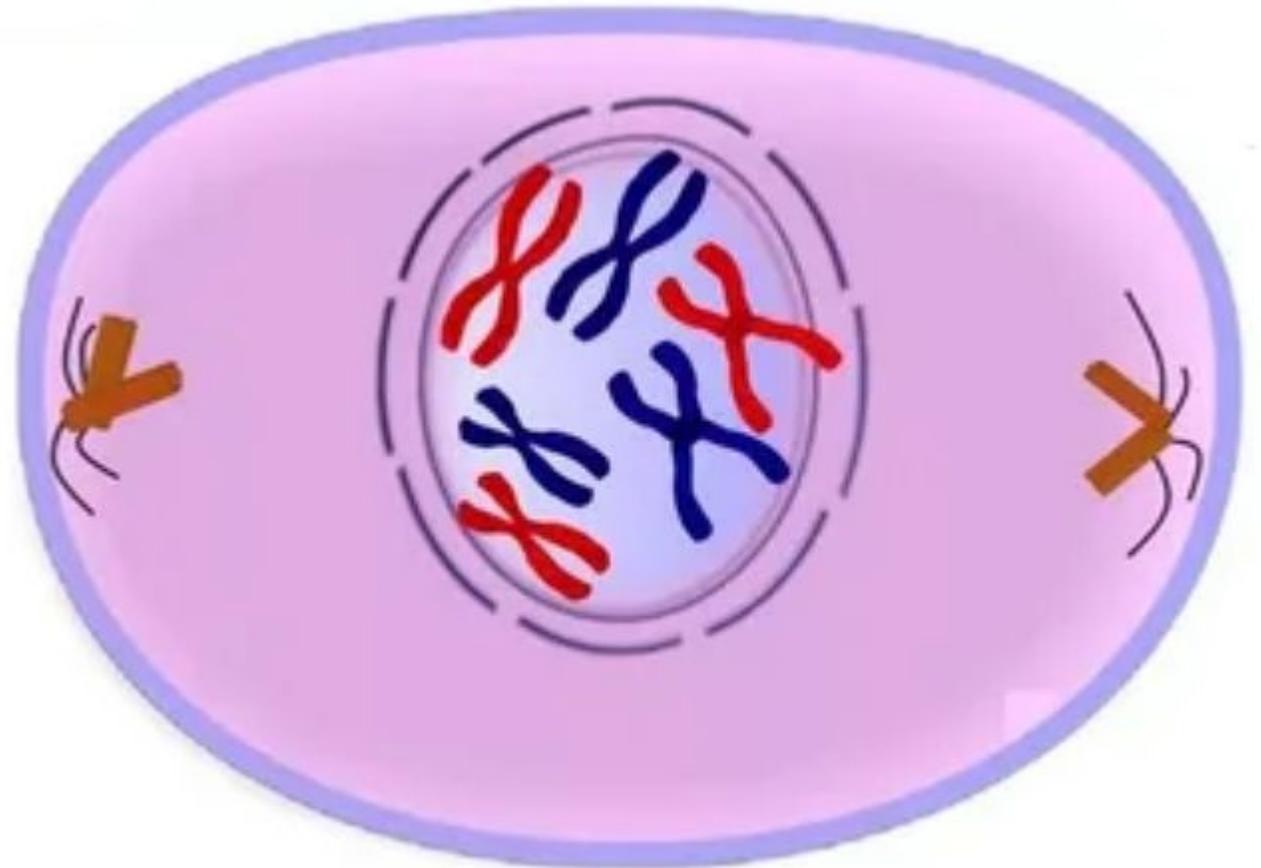


ПРОФАЗА, 2n4c

Процессы:

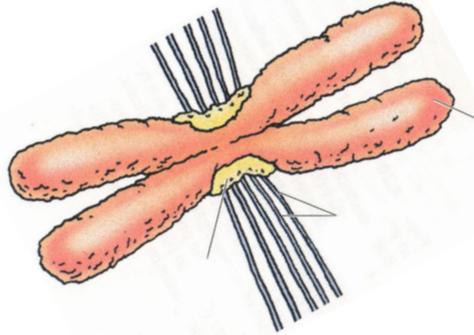
1. Спирализация хромосом
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления
3. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются, чтобы не мешать, на время деления

*Набор хромосом и ДНК в фазе не
изменяется*



МЕТАФАЗА, $2n4c$

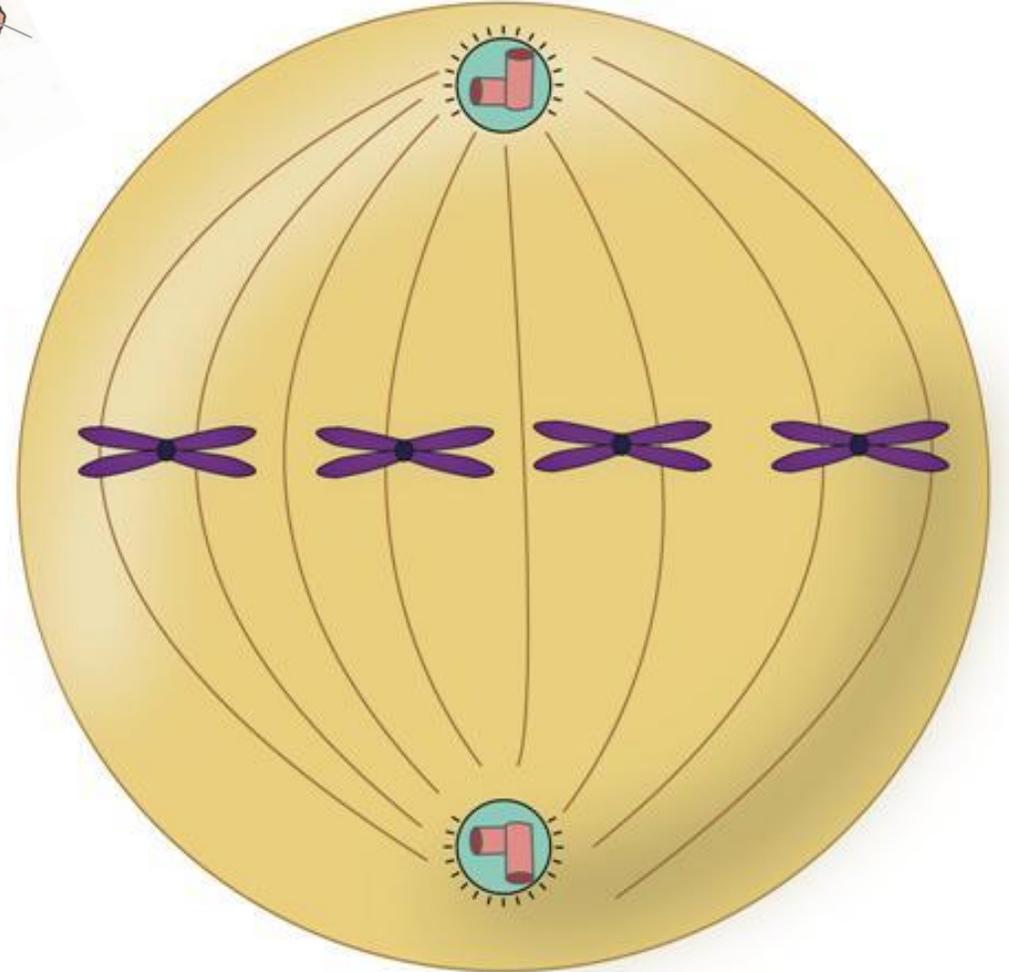
двухполюсное
веретено
деления



Процессы:

1. Хромосомы выстраиваются в ряд по экватору клетки, образуя **метафазную пластинку**
2. Нити веретена деления присоединяются к общим центромерам хромосом, образуется **двухполюсное** веретено деления (потому что к каждой хромосоме нити присоединяются с обеих полюсов с двух сторон)

Набор хромосом и ДНК не изменяется



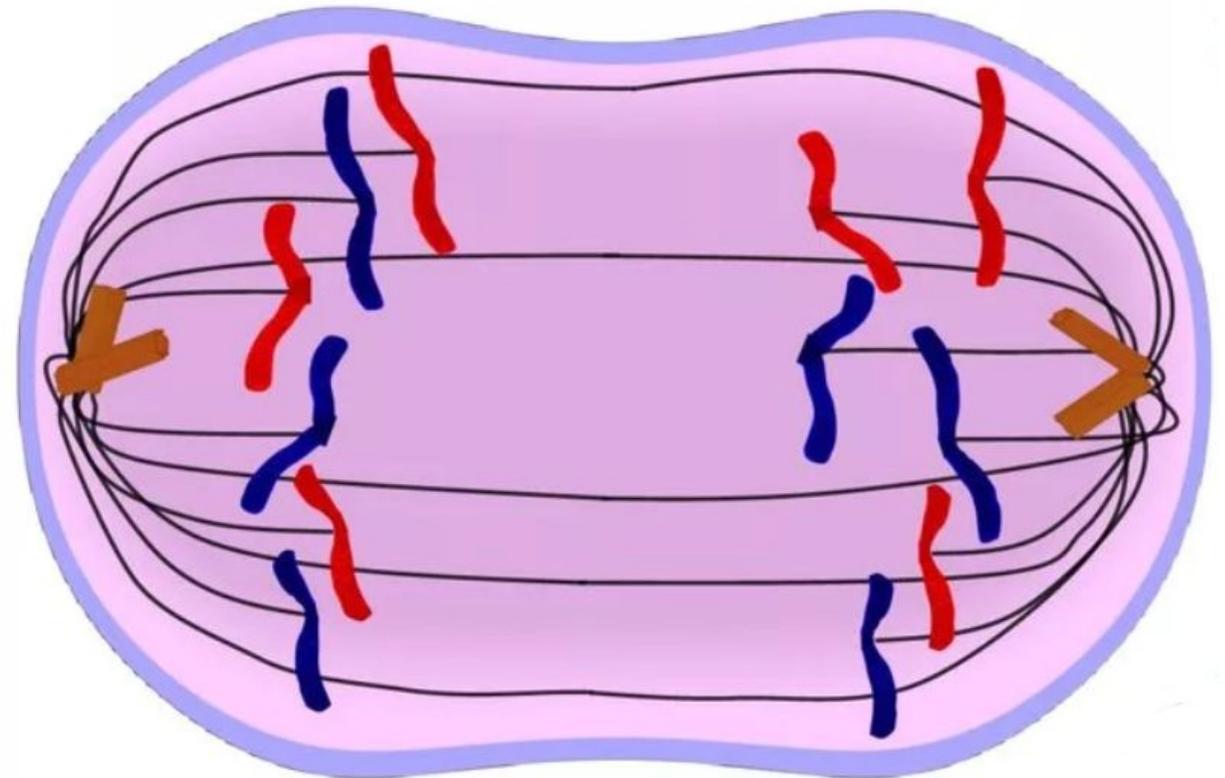
АНАФАЗА, 4n4c

Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и разрывают общие центромеры хромосом

2. К полюсам клетки расходятся **сестринские хроматиды** или однохроматидные хромосомы – одна уходит к одному полюсу, другая ко второму. Каждая из них становится **самостоятельной хромосомой**. Потому что хромосом в клетке теперь в два раза больше

Катя и Настя отсоединяются друг от друга и становятся самостоятельными женщинами, вот так и сестринские хроматиды разрываются и расходятся



ТЕЛОФАЗА, $2n2c$

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы (цитокинез), органоидов и химических веществ между клетками
2. Возвращается ядерная оболочка и ядрышки
3. Растворяется веретено деления

В итоге в конце Телофазы образуется 2 клетки с набором $2n2c$, тк мы делим между двумя клетками набор $4n4c$, идентичные материнской.



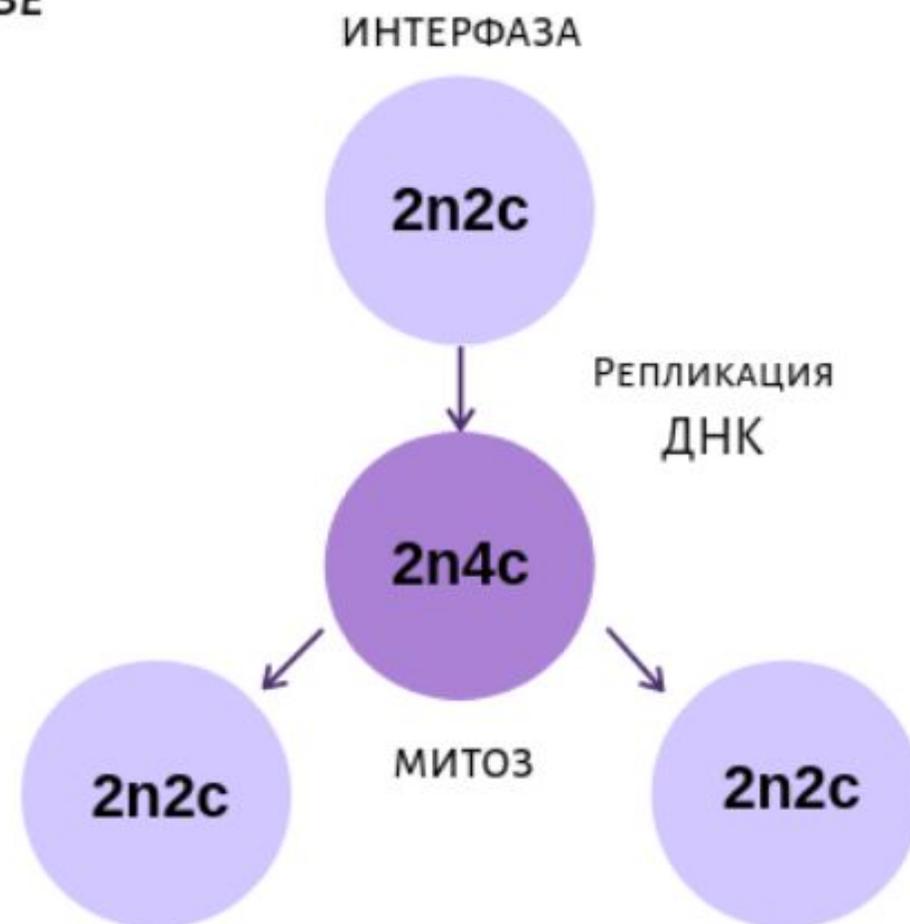
НАБОРЫ В МИТОЗЕ

Интерфаза:

- Пресинтетический ($2n2c$)
- Синтетический ($2n4c$)
- Постсинтетический ($2n4c$)

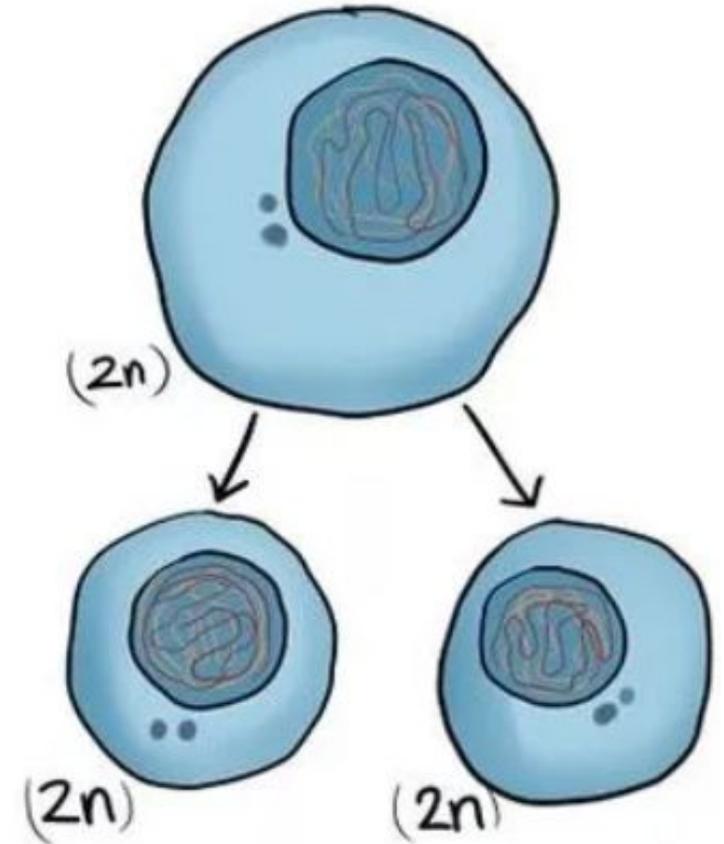
Митоз:

- Профаза - $2n4c$
- Метафаза - $2n4c$
- Анафаза - $4n4c$
- Телофаза - $2n2c$



МИТОЗ – непрямоe деление клетки

1. Митозом делятся **соматические клетки** (неполовые) в многоклеточных организмах, одноклеточные эукариоты (растения, грибы, животные)
2. Лежит в основе **бесполого размножения** (деление надвое, вегетативное размножение, почкование) и в основе **роста и регенерации** организма.
3. Состоит из **одного** деления
4. Делению предшествует **одна** интерфаза
5. В результате деления из одной материнской клетки образуется **две идентичные** дочерние клетки. Они идентичны по размерам, набору органоидов, свойствам.
6. Наследственный материал дочерних клеток **НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ** (остаётся неизменным из поколения в поколение)
7. Митозом делятся клетки с **диплоидным** набором хромосом ($2n$) и образуются в результате 2 клетки с диплоидным набором ($2n$)
8. Выгоден в **постоянных** (неизменяющихся) условиях среды
9. Кроссинговер и конъюгация **отсутствуют**
10. В метафазе по экватору клетки выстраиваются удвоенные хромосомы в **один ряд**
11. **БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ МИТОЗА**: сохранение идентичности наследственного материала из поколения в поколение



МЕЙОЗ

1

ПРОФАЗА 1,

2n4c
Процессы:

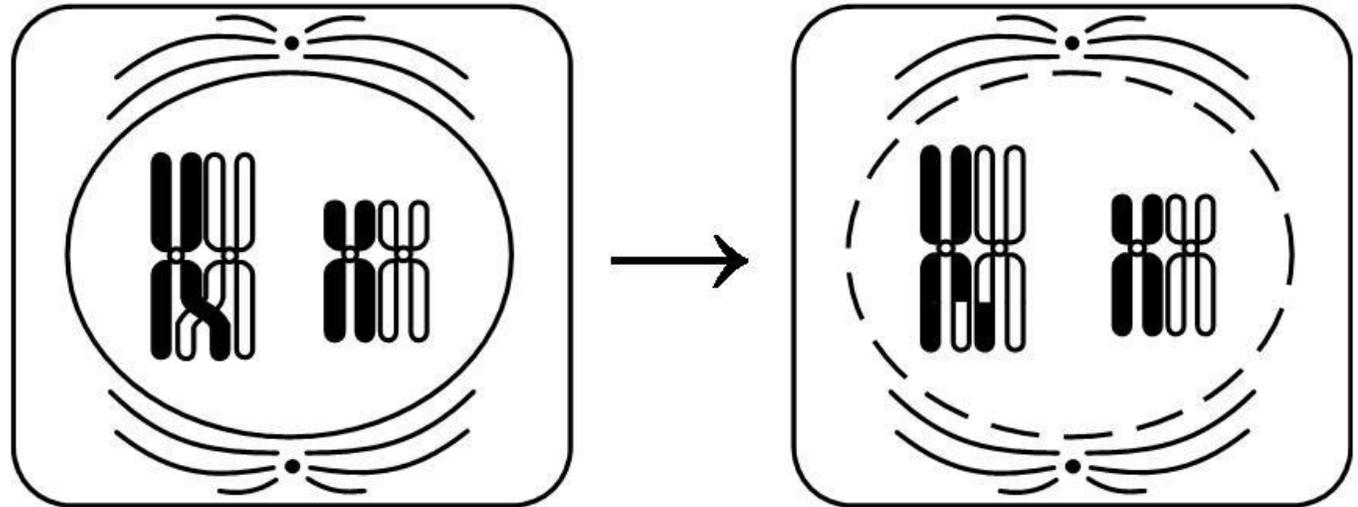
1. Спирализация хромосом
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления
3. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются, чтобы не мешать, на время деления

4. Гомологичные хромосомы плавают парами – **Бивалентами**

Бивалент – пара гомологичных хромосом

Между гомологичными хромосомами в бивалент происходят **Конъюгация** и **Кроссинговер**.

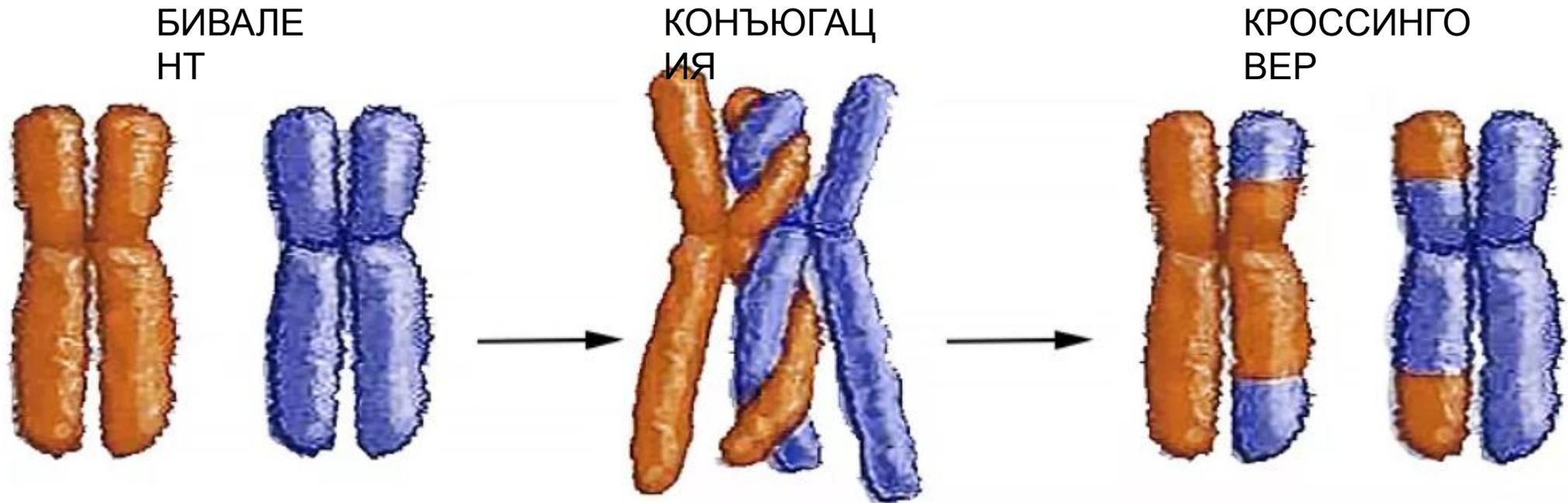
Набор хромосом и ДНК не изменяется.



Конъюгация – сближение гомологичных хромосом

Кроссинговер – обмен участками между гомологичными хромосомами.

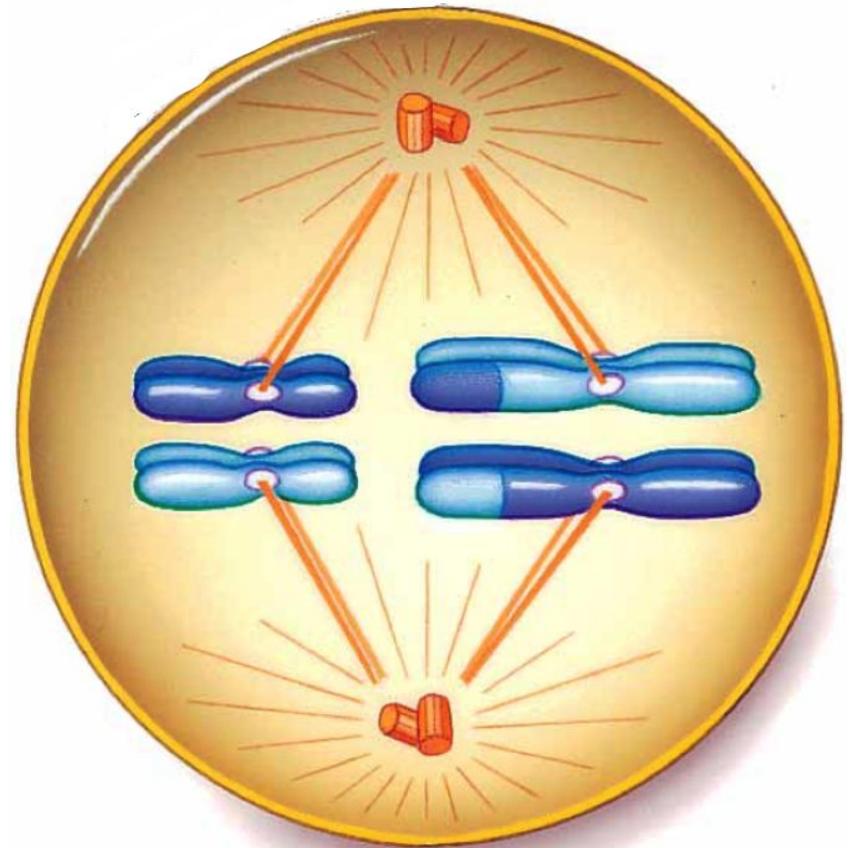
Он происходит для обмена генами между хромосомами и как следствие появления новых комбинаций генетического материала. Лежит в основе комбинативной изменчивости.



МЕТАФАЗА 1, 2n4c

Процессы:

1. Хромосомы выстраиваются **парами** – **бивалентами** по экватору клетки, образуется метафазная пластинка
 2. Образуется **однополюсное** веретено деления, тк к каждой хромосоме теперь нити присоединяются только с одной стороны
- Набор хромосом и ДНК не изменяется.



АНАФАЗА 1, $2n4c$

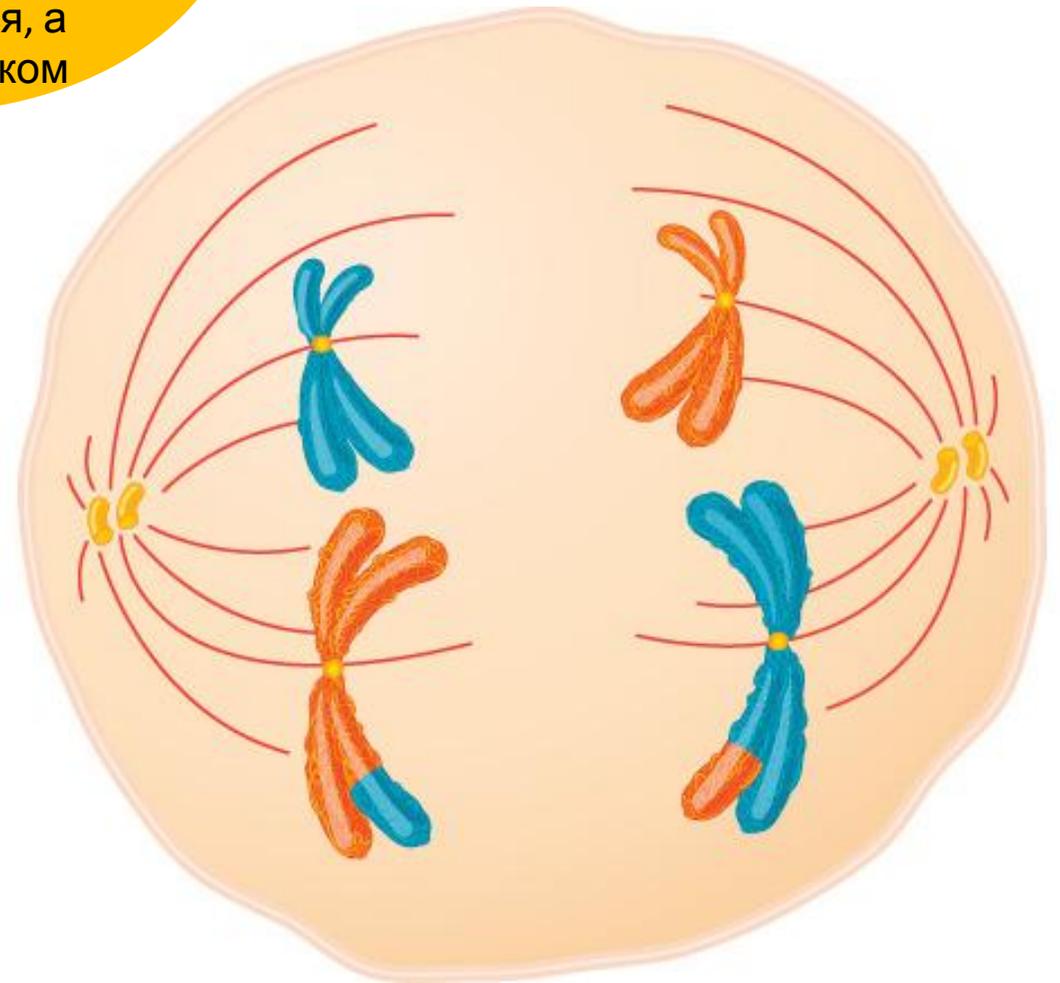
Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и оттягивают каждый к своему полюсу **гомологичную хромосому** (двухроматидную) целиком. Расходятся они независимо друг от друга, что ведёт к дополнительным новым комбинациям наследственного материала и комбинативной изменчивости.

Проще говоря в анафазе 1 к полюсам клетки расходятся **гомологичные хромосомы** и набор $2n4c$ не изменяется.

Катя и Настя не отсоединяются друг от друга, а уходят вместе!

Так и гомологичные хромосомы, не разрываются, а уходят целиком

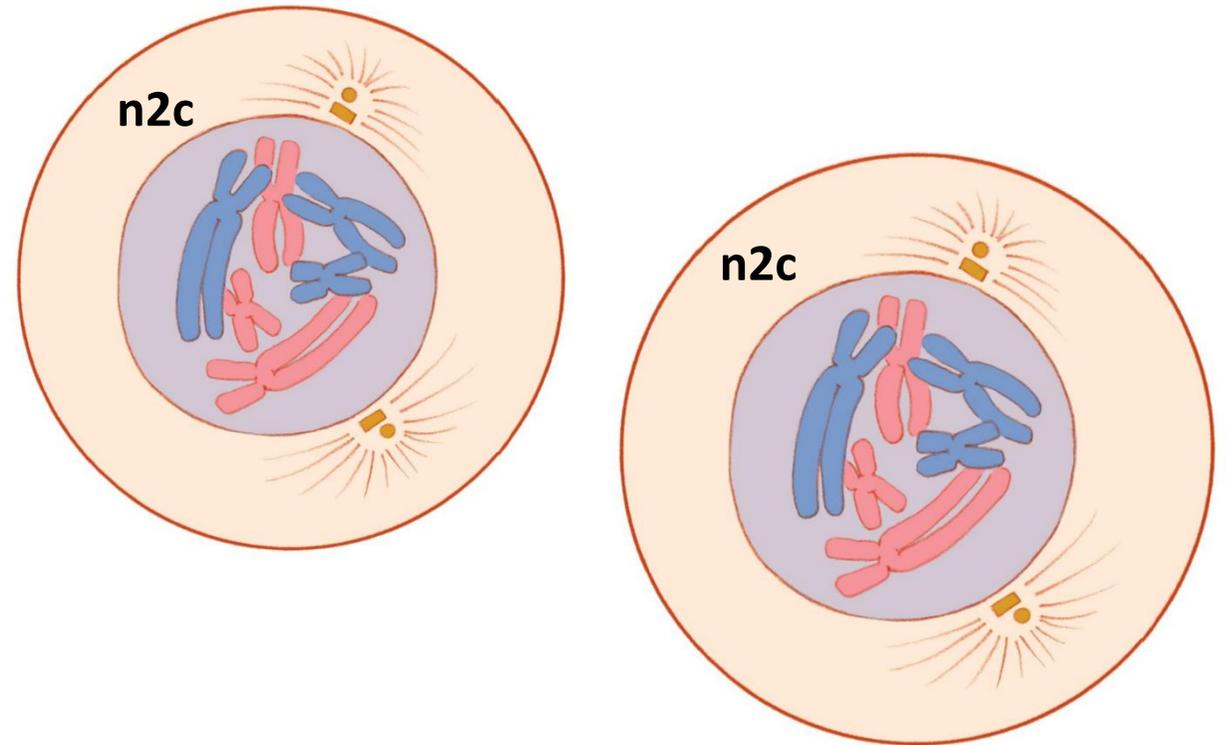


ТЕЛОФАЗА 1, n2c

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы , органоидов и химических веществ между клетками
2. Возвращается ядерная оболочка и ядрышки
3. Растворяется веретено деления

В итоге в конце Телофазы образуется **2 клетки** с набором **n2c** (тк мы делим между двумя клетками набор $2n4c$), в каждой из них плавают всё ещё удвоенные хромосомы.



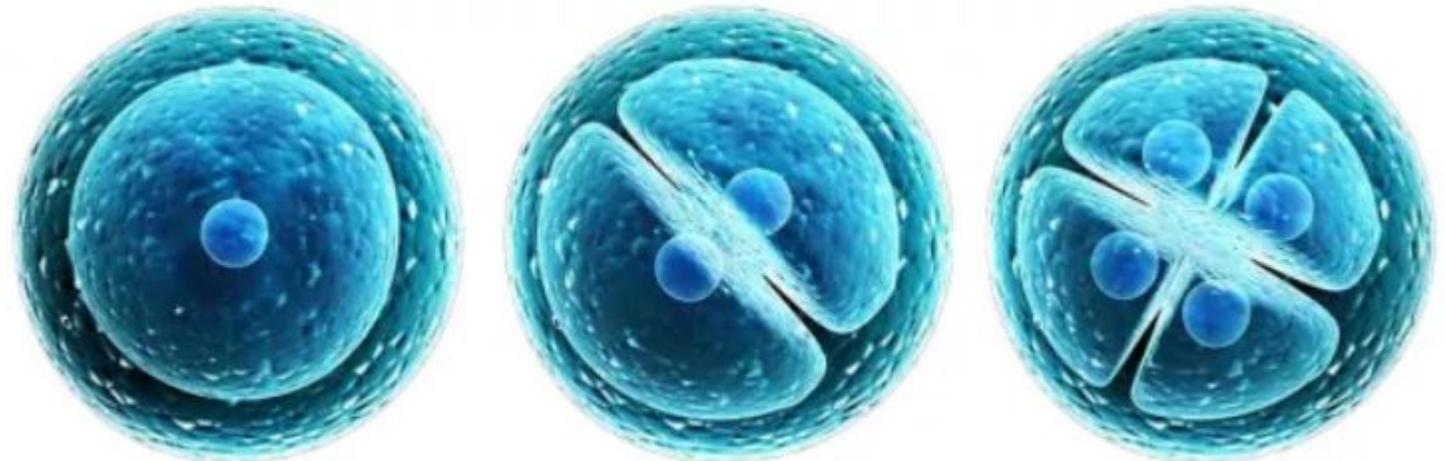
МЕЙОЗ

2

Мейоз 2 по всем механизмам и процессам схож с митозом !

Схожие черты:

1. Хромосомы плавают в Профазе **поодиночке**, а не парами Бивалентами
2. В Метафазе хромосомы выстраиваются в **один ряд**, а не в два ряда парами
3. В Анафазе к полюсам клетки расходятся **сестринские хромат**



ПРОФАЗА 2, n2c

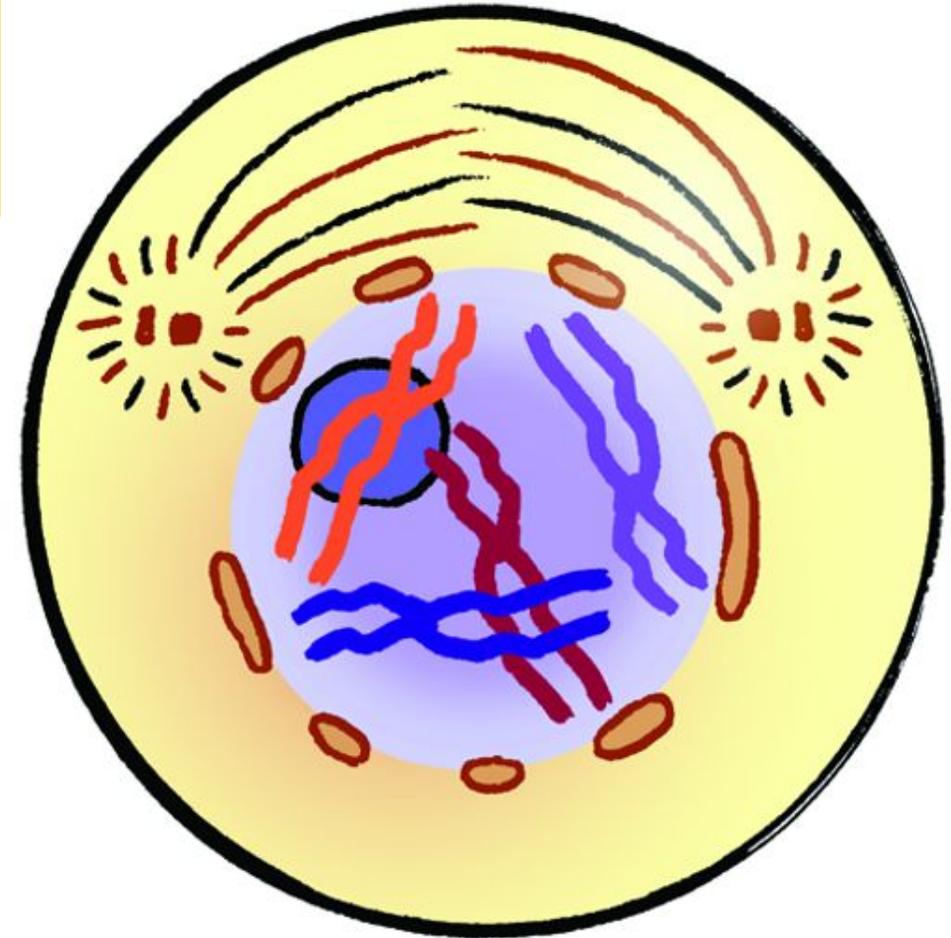
Отличия Профазы 1 и Профазы 2:

- В Профазе 1 происходит Конъюгация и Кроссинговер и хромосомы плавают парами – бивалентами
- В Профазе 2 не происходит Конъюгации и Кроссинговера. Хромосомы плавают по одиночке, а не парами

Процессы :

1. Спирализация хромосом
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления
3. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются, чтобы не мешать, на время деления

Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется.



МЕТАФАЗА 2, n2c

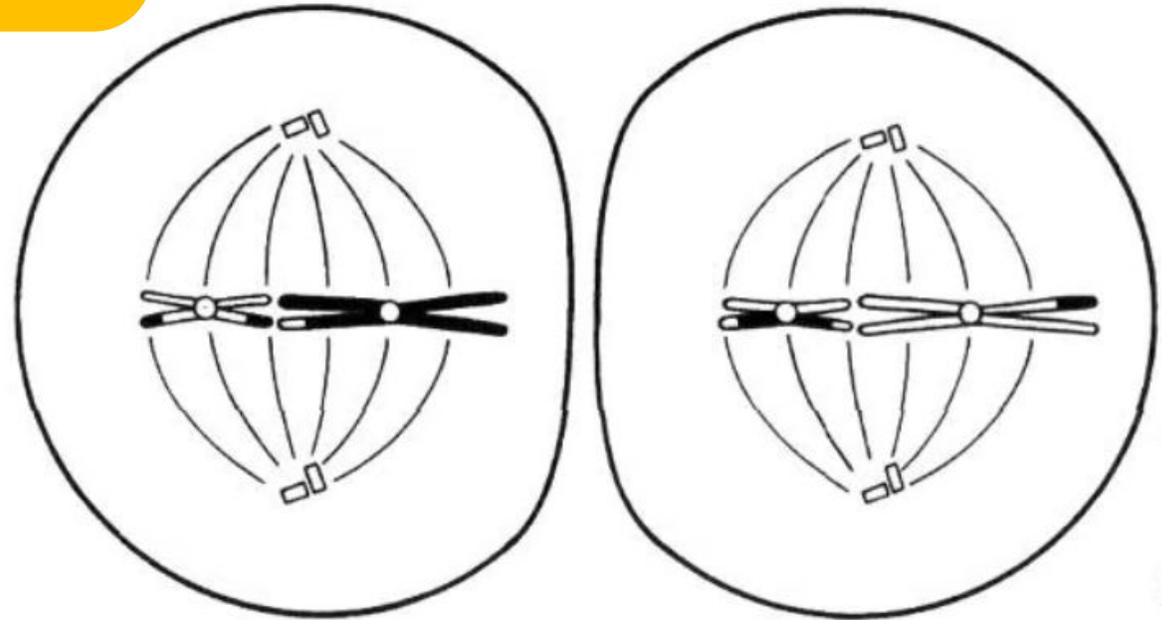
Как понять, что это мейоз 2, а не митоз?

В мейозе хромосомы полосатые из-за кроссинговера, а в митозе нет

Процессы:

1. Хромосомы выстраиваются **в ряд** по экватору клетки, образуя метафазную пластинку
2. Нити веретена деления присоединяются к общим центромерам хромосом, образуется **двухполюсное веретено** деления (потому что к каждой хромосоме нити присоединяются с обеих сторон)

Набор хромосом и ДНК не изменяется.



АНАФАЗА 2,

2n2c

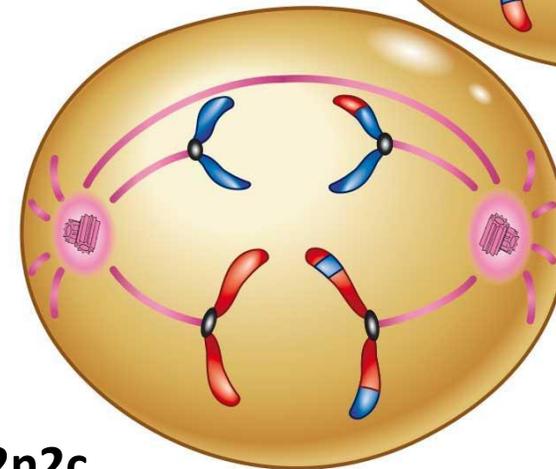
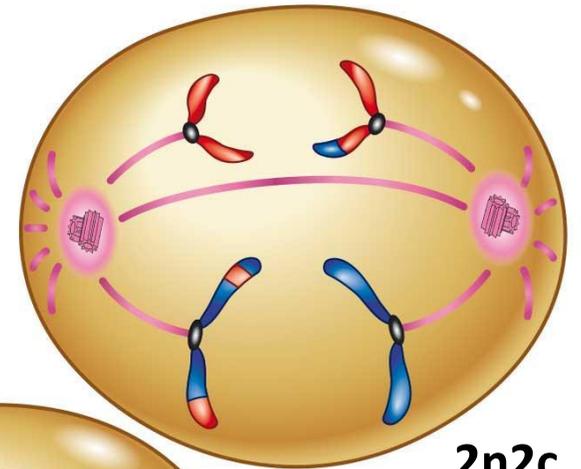
Как понять, что это мейоз 2, а не митоз?

В мейозе хромосомы полосатые из-за кроссинговера, а в митозе нет

Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и разрывают общие центромеры хромосом
2. К полюсам клетки расходятся **сестринские хроматиды** или однохроматидные хромосомы – одна уходит к одному полюсу, другая ко второму. Каждая из них становится самостоятельной хромосомой.

Катя и Настя отсоединяются друг от друга и становятся самостоятельными женщинами, вот так и сестринские хроматиды разрываются и расходятся



2n2c

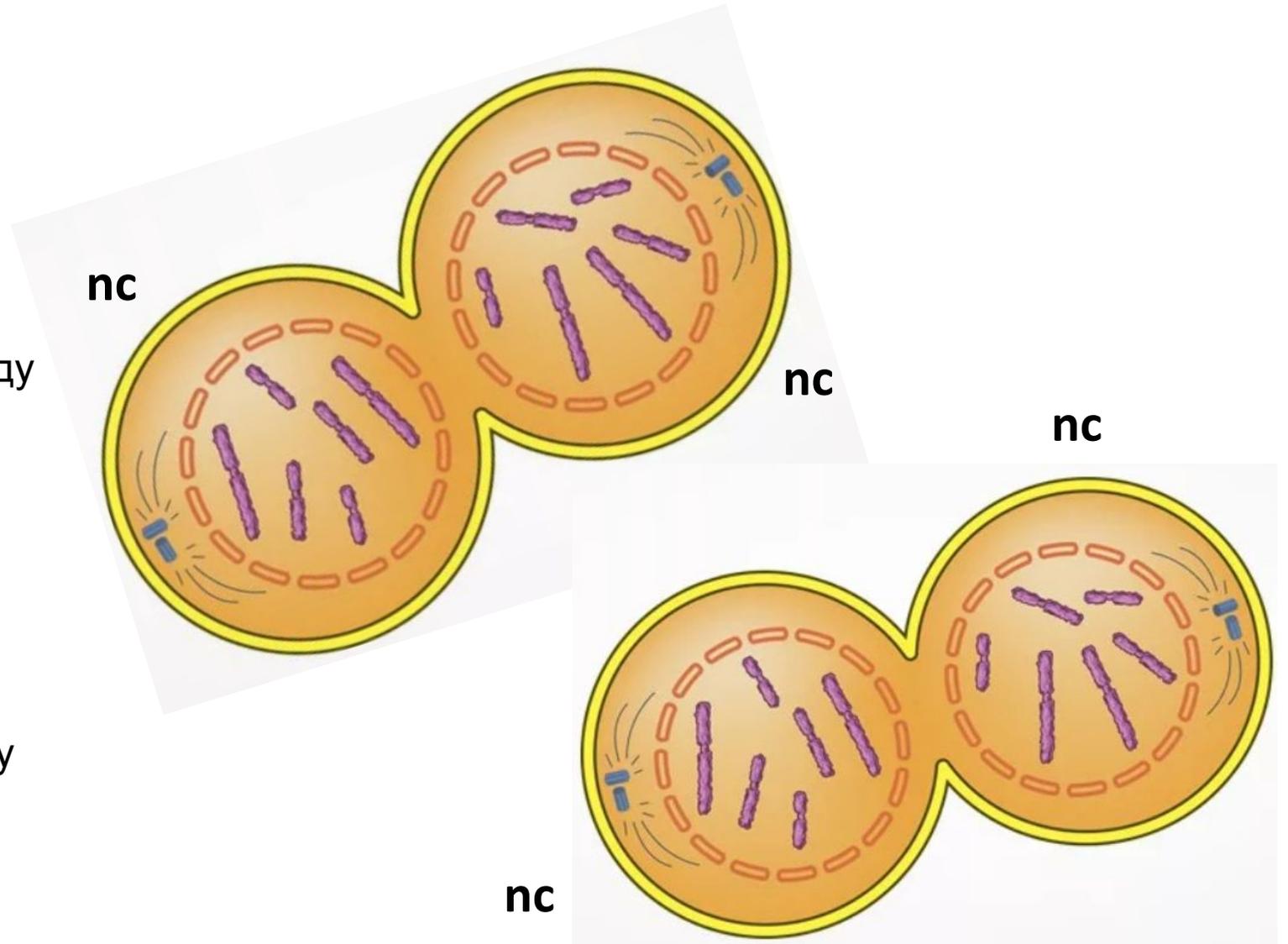
ТЕЛОФАЗА 2,

nc

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы, органоидов и химических веществ между клетками
2. Возвращается ядерная оболочка и ядрышки
3. Растворяется веретено деления

В итоге в конце Телофазы образуется 4 клетки с набором nc (тк мы делим между двумя клетками набор $2n2c$), с разным генетическим материалом



НАБОРЫ В МЕЙОЗЕ

Интерфаза:

- Пресинтетический ($2n2c$)
- Синтетический ($2n4c$)
- Постсинтетический ($2n4c$)

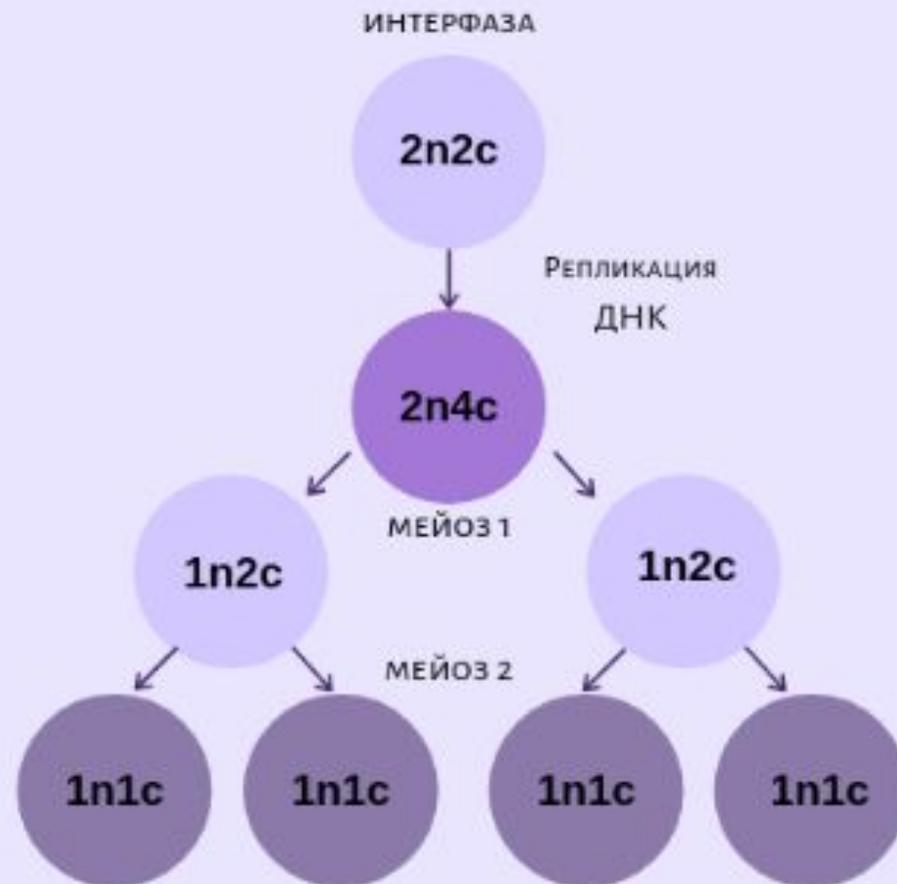
Мейоз:

Мейоз 1:

- Профаза 1 - $2n4c$
- Метафаза 1 - $2n4c$
- Анафаза 1 - $2n4c$
- Телофаза 1 - $n2c$

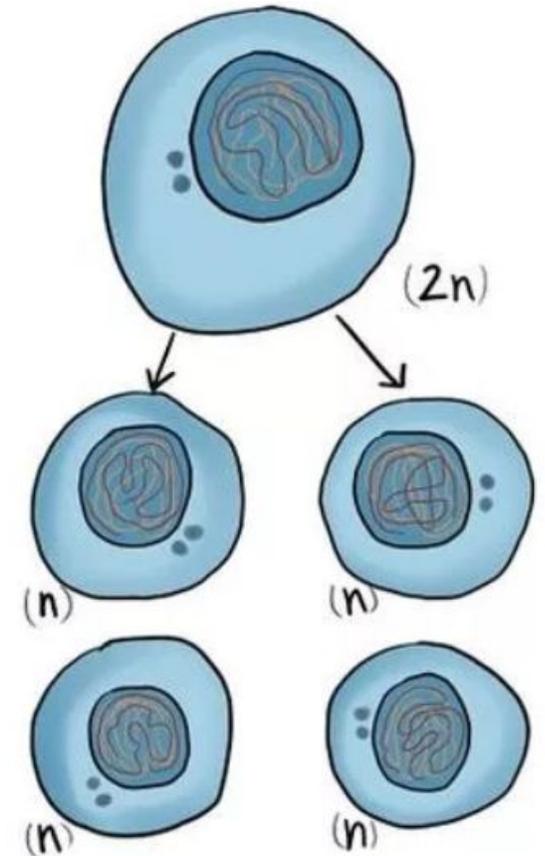
Мейоз 2:

- Профаза 2 - $n2c$
- Метафаза 2 - $n2c$
- Анафаза 2 - $2n2c$
- Телофаза 2 – nc



МЕЙОЗ – редукционное деление клетки

1. Мейозом делятся созревающие **половые клетки** (будущие яйцеклетки и сперматозоиды)
2. Лежит в основе полового размножения – в основе **гаметогенеза** (процесс образования половых клеток – гамет)
3. Состоит из **2-х делений** – МЕОЙЗ 1 и МЕЙОЗ 2
4. Делению предшествует **одна** интерфаза перед мейозом-1 , перед мейозом-2 интерфаза отсутствует
5. В результате деления одной материнской клетки образуются **4 клетки**
6. Наследственный материал дочерних клеток **изменяется** (за счет кроссинговера)
7. В мейоз изначально вступают диплоидные клетки, в результате двукратного деления набор уменьшается в два раза – образуется **4 гаплоидные клетки** (происходит редукция – уменьшение числа хромосом)
8. Выгоден в **изменяющихся** условиях среды
9. Кроссинговер и конъюгация **есть**
10. В метафазе по экватору клетки выстраиваются парами гомологичные удвоенные хромосомы- **биваленты**
11. **БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ МЕЙОЗА :**
 - уменьшение в два раза набора хромосом (редукция) и образование половых клеток , восстановление набора происходит при половом размножении (оплодотворении)
 - перетасовка, изменение наследственного материала (лежит в основе комбинативной изменчивости)



Задача:

1.

Хромосомный набор соматических клеток пингвина 12 хромосом. Определи число хромосом и ДНК в телофазе митоза, метафазе митоза и анафазе митоза. Объясните результаты



Решение:

1. Соматические клетки имеют набор $2n2c$, следовательно $2n=2c=12$

Отсюда:

$$n=12/2=6 \quad n=6$$

$$c=12/2=6 \quad c=6$$

Рассчитать n и c

2. **Телофаза** митоза имеет набор $2n2c$

$$2n=2*6=12 \text{ хромосом}$$

$$2c=2*6=12 \text{ ДНК}$$

Метафаза митоза имеет набор $2n4c$

$$2n=2*6=12 \text{ хромосом}$$

$$4c=4*6=24 \text{ ДНК}$$

Подставить значение n и c под наборы фаз

Анафаза митоза имеет набор $4n4c$

$$2n=4*6=24 \text{ хромосом}$$

$$4c=4*6=24 \text{ ДНК}$$

3. В **телофазе** образуется две диплоидные клетки с набором $2n2c$, тк наследственный материал делится поровну между двумя клетками.

В **метафазе** хромосомы выстраиваются по экватору клетки, их деления не происходит, поэтому набор остается прежним $2n4c$.

В **анафазе** митоза к полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды и набор становится $4n4c$.

Объяснить процессы каждой фазы, влияющие на число ДНК и хромосом

Задача:

2.

Хромосомный набор соматических клеток страуса 8 хромосом. Определи число хромосом и ДНК в интерфазе мейоза, метафазе 1 и профазе 2. Объясни результаты



Решение:

1. Соматические клетки имеют набор $2n2c$, следовательно $2n=2c=8$

Отсюда:

$$n=8/2=4 \quad n=4$$

$$c=8/2=4 \quad c=4$$

2. **Интерфаза мейоза** имеет набор $2n4c$

$$2n=2*4=8 \text{ хромосом}$$

$$4c=4*4=16 \text{ ДНК}$$

Метафаза 1 мейоза имеет набор $2n4c$

$$2n=2*4=8 \text{ хромосом}$$

$$4c=4*4=16 \text{ ДНК}$$

Профаза 2 мейоза имеет набор $n2c$

$$n=4 \text{ хромосомы}$$

$$2c=2*4=8 \text{ ДНК}$$

3. В **интерфазе** происходит удвоение ДНК и набор становится $4c$, число хромосом не изменяется и остается $2n$

В **метафазе 1** хромосомы выстраиваются по экватору клетки парами, их деления не происходит, поэтому набор остается прежним $2n4c$

В **профазе 2** набор остается прежним, как и в Телофазе 1. Т.к. в результате первого деления образовались 2 клетки с набором $n2c$, а в Профазе их число не изменилось

Задача:

3. Хромосомный набор соматических клеток дельфина 10 хромосом. Определи число хромосом и ДНК в анафазе 2 и анафазе 1. Объясни результаты



Решение:

1. Соматические клетки имеют набор $2n2c$, следовательно $2n=2c=10$

Отсюда:

$$n=10/2=5 \quad n=5$$

$$c=10/2=5 \quad c=5$$

2. **Анафаза 1 мейоза** имеет набор $2n4c$

$$2n=2*5=10 \text{ хромосом}$$

$$4c=4*5=20 \text{ ДНК}$$

- Анафаза 2 мейоза** имеет набор $2n2c$

$$2n=2*5=10 \text{ хромосом}$$

$$2c=2*5=10 \text{ ДНК}$$

3. В **анафазе 1 мейоза** к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы и набор не изменяется и остается $2n4c$

В **анафазе 2 мейоза** к полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды и набор становится $2n2c$

Задача:

1.

Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах соматических клеток человека составляет $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определи чему равна масса ДНК в телофазе 2 мейоза и в анафазе 1. Объясни результаты



Решение:

1. Масса ДНК в соматической клетке $m(2c) = 6 \cdot 10^{-9}$ мг

Отсюда:

$$m(c) = 3 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$$

2. **Анафаза 1 мейоза** имеет набор $2n4c$

$$m(4c) = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 4 = 12 \cdot 10^{-9}$$

Телофаза 2 мейоза имеет набор $nс$

$$m(c) = 3 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$$

3. В **анафазе 1 мейоза** к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы и набор не изменяется и остается $2n4c$

В **телофазе 2 мейоза** образуется 4 клетки с гаплоидным набором $nс$

Рассчитать
массу **c**

Подставить
значение **c** под
наборы фаз

Объяснить
процессы каждой фазы,
влияющие на число ДНК и
хромосом

Задача:

2.

Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах соматических клеток человека составляет $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определи чему равна масса ДНК в профазе 2 и в интерфазе. Объясни результаты



Решение:

1. Масса ДНК в соматической клетке $m(2c) = 6 \cdot 10^{-9}$ мг

Отсюда:

$$m(c) = 3 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$$

2. Профаза 2 мейоза имеет набор $2c$

$$m(4c) = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 2 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$$

Интерфаза мейоза имеет набор $2n4c$

$$m(c) = 3 \cdot 10^{-9} \text{ мг} \cdot 4 = 12 \cdot 10^{-9} \text{ мг}$$

3. В Профазе 2 набор остается прежним, как и в Телофазе 1. Тк в результате первого деления образовались 2 клетки с набором $2c$, а в Профазе их число не изменилось

В **интерфазе** происходит удвоение ДНК и набор становится $4c$, число хромосом не изменяется и остается $2n$

Как пояснить фазы митоза и мейоза в третьем компоненте ответа ?

ИНТЕРФАЗА $2n4c$

В интерфазе происходит удвоение ДНК, число хромосом остается неизменным, так как они объединены общей центромерой



Митоз

- **Профаза** $2n4c$

Происходит спирализация хромосом, растворение ядра и ядрышек, расхождение центриолей, но набор ДНК и хромосом не изменяется, остается таким же как в интерфазе

- **Метафаза** $2n4c$

Хромосомы выстраиваются в ряд по экватору клетки, нити веретена деления присоединяются к центромерам хромосом, набор ДНК и хромосом не изменяется

- **Анафаза** $4n4c$

Происходит расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки, каждая из которых становится самостоятельной хромосомой и набор становится $4n4c$

- **Телофаза** $2n2c$

Содержимое клетки делится поровну между двумя клетками, в каждой из которой плавают однохроматидные хромосомы и набор становится диплоидный $2n2c$

Как пояснять фазы митоза и мейоза в третьем компоненте ответа ?



Мейоз 1

- **Профаза 1** $2n4c$

Происходит спирализация хромосом, растворение ядра и ядрышек, расхождение центриолей, конъюгация и кроссинговер, но набор ДНК и хромосом не изменяется, остается таким же как в интерфазе

- **Метафаза 1** $2n4c$

Хромосомы выстраиваются парами бивалентами по экватору клетки, нити веретена деления присоединяются к центромерам хромосом, набор ДНК и хромосом не изменяется

- **Анафаза 1** $2n4c$

Происходит расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки, набор остаётся прежним $2n4c$

- **Телофаза 1** $n2c$

Содержимое клетки делится поровну между двумя клетками, в каждой из которой плавают двуххроматидные хромосомы и набор становится $n2c$

Мейоз 2

- **Профаза 2** $n2c$

Происходит спирализация хромосом, растворение ядра и ядрышек, расхождение центриолей, но набор ДНК и хромосом не изменяется, остается таким же как в интерфазе

- **Метафаза 2** $n2c$

Хромосомы выстраиваются в ряд по экватору клетки, нити веретена деления присоединяются к центромерам хромосом, набор ДНК и хромосом не изменяется

- **Анафаза 2** $2n2c$

Происходит расхождение сестринских хроматид к полюсам клетки, каждая из которых становится самостоятельной хромосомой и набор становится $2n2c$

- **Телофаза 2** nc

Содержимое клетки делится поровну между двумя клетками, в каждой из которой плавают однохроматидные хромосомы и набор становится гаплоидный nc